

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Desain Penelitian

Desain dari penelitian ini ialah *Pretest-Posttest Non-Equivalent Control Group Design* yang merupakan salah satu jenis desain dari metode *quasi experimental* (Creswell, 2008). Dalam desain penelitian ini terdapat dua grup yang diobservasi yaitu satu grup yang merupakan kelas eksperimen dengan pembelajaran berbasis STEM dan satu grup lainnya ialah kelas kontrol dengan tanpa perlakuan STEM. Dalam desain ini digunakan pretest-posttest untuk mengukur keefektifan pembelajaran STEM terhadap kemampuan penguasaan konsep siswa, sehingga penggunaan *pretest* dan *posttest* diasumsikan sebagai pengaruh atas pembelajaran yang diterapkan.

Tabel 3.1. Desain Penelitian *Pretest-Posttest Non-Equivalent Control Group Design*

Kelompok	Tes Awal	Perlakuan	Tes Akhir
Eksperimen	T <sub>awal</sub>	X	T <sub>akhir</sub>
Kontrol	T <sub>awal</sub>	-	T <sub>akhir</sub>

Keterangan:

T<sub>awal</sub> : Pretest Penguasaan Konsep

X : Perlakuan dengan STEM

T<sub>akhir</sub> : Posttest Penguasaan Konsep

- : Tanpa perlakuan STEM

Dengan desain penelitian ini dapat diketahui kondisi awal kemampuan penguasaan konsep siswa melalui pretest, sehingga data awal tersebut dapat dibandingkan dengan hasil posttest dan akhirnya dapat diketahui pengaruh dari perlakuan pembelajaran berbasis STEM yang dilakukan terhadap kemampuan penguasaan konsep siswa. Sedangkan untuk variabel keterampilan rekayasa, tidak diterapkan pretest posttest seperti pada kemampuan penguasaan konsep, melainkan melalui penilaian proses saat pembelajaran dilakukan. Namun data dari kedua variabel tersebut akan dibandingkan antara kelas STEM (kelas eksperimen)

dengan kelas Non-STEM (kelas kontrol), sehingga penarikan kesimpulan dari adanya pengaruh pembelajaran STEM dapat lebih terpercaya.

## **B. Partisipan**

Partisipan yang terlibat dalam penelitian ini ialah sebanyak 71 orang siswa dari salah satu sekolah yang ada di Bandung, dimana terdiri dari 35 siswa pada kelas eksperimen (pembelajaran STEM) dan 36 siswa pada kelas kontrol (Non-STEM). Seluruh partisipan tersebut merupakan siswa kelas X yang sebelumnya belum pernah melakukan pembelajaran STEM ataupun belum pernah dibelajarkan terkait materi pencemaran udara.

## **C. Populasi dan Sampel**

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa siswi kelas X dari salah satu SMA yang berada di Bandung. Sampel yang akan digunakan untuk mewakili populasi tersebut ialah 2 kelas yang terdiri dari 1 kelas kontrol dan 1 kelas eksperimen yang berada pada jenjang kelas X dari salah satu SMA yang berada di Bandung. Pemilihan sampel ini akan dilakukan secara *purposive sampling* karena dalam pengambilannya akan disertai dengan beberapa pertimbangan dari guru yang mengajar serta perizinan dari pihak sekolah. Adapun pertimbangan tersebut berdasarkan pada kelas IPA yang dibimbing oleh guru yang mengajar dalam penelitian ini.

## **D. Instrumen Penelitian**

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran terhadap keterampilan rekayasa biologi dan juga penguasaan konsep siswa. Adapun instrumen yang akan digunakan untuk mengukur variabel tersebut ialah :

### **1. Instrumen Keterampilan Rekayasa Siswa**

Keterampilan rekayasa siswa diukur secara observatif dengan mengacu pada rubrik penilaian yang diadopsi dari Matriks Pembelajaran dan Pengajaran Desain Tingkat Lanjut yang dikemukakan oleh Crismond dan Adams (2012). Rubrik ini akan digunakan untuk mengukur dan mengkategorisasi keterampilan rekayasa siswa saat melakukan proses pembuatan produk alat penjernih udara baik pada kelas yang pembelajarannya berbasis STEM ataupun pada kelas Non-STEM. Di dalam Matriks Pembelajaran dan Pengajaran Desain Tingkat Lanjut tersebut

terdapat delapan indikator perilaku *engineering design* yang akan diamati selama proses pikir, desain, buat dan uji. Kedelapan indikator tersebut yaitu diantaranya memahami masalah, membangun pengetahuan berdasarkan hasil kajian terhadap masalah, menggeneralisasikan gagasan, menggambarkan gagasan, mempertimbangkan pilihan & membuat keputusan, melakukan eksperimen, menemukan bagian yang bermasalah saat eksperimen, dan merefleksikan proses. Berikut Tabel 3.1 yang menunjukkan Matriks Pengajaran dan Pembelajaran Desain tingkat lanjut yang digunakan sebagai rubrik pembeda tingkat rekayasa siswa.

**Tabel 3.2.** Tahapan Proses Rekayasa Desain & Indikator Keterampilan Rekayasa

Tahapan Proses Rekayasa Desain	Indikator Perilaku Rekayasa Desain	Perilaku desainer tingkat pemula	Perilaku desainer tingkat lanjut	Skor/ Peringkat
<b>1. Pikir :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendeskripsikan masalah</li> <li>• Mengetahui kebutuhan untuk membuat produk baru</li> <li>• Menetapkan kriteria keberhasilan desain secara spesifik,</li> <li>• Mengumpulkan informasi terkait fungsi dan hal lain yang berkaitan dengan produk, menghasilkan ide-ide baru yang dapat memecahkan masalah</li> <li>• Menganalisis dan memutuskan solusi yang paling tepat untuk diimplementasikan.</li> </ul>	<b>Memahami masalah.</b>	<b>Menyelesaikan masalah:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak dapat memahami dan mendefinisikan dasar-dasar desain.</li> <li>• Membuat keputusan sebelum mengeksplorasi masalah</li> <li>• Memahami dan membuat kerangka masalah</li> </ul>	<b>Membuat kerangka masalah:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dapat memahami dasar-dasar masalah desain</li> <li>• Tidak membuat keputusan sebelum mengeksplorasi masalah</li> <li>• Memahami dan membuat kerangka masalah</li> </ul>	1–2–3–4
	<b>Membangun pengetahuan berdasarkan hasil kajian terhadap masalah</b>	<b>Tidak melakukan kajian terhadap masalah:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak melakukan kajian terhadap masalah serta tidak langsung mencari dan membangun solusi.</li> </ul>	<b>Melakukan kajian terhadap masalah:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan investigasi dan kajian untuk mempelajari masalah dan kasus-kasus yang relevan dengan masalah</li> <li>• Memberikan gagasan penyelesaian masalah</li> </ul>	1–2–3–4
<b>2. Desain :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menganalisis desain secara keseluruhan.</li> </ul>	<b>Menggenera lisasikan gagasan</b>	<b>Idea Scarcity</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat desain dengan satu atau beberapa gagasan</li> </ul>	<b>Idea Fluency</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengimplemen tasikan gagasan dengan baik</li> </ul>	1–2–3–4

Tahapan Proses Rekayasa Desain	Indikator Perilaku Rekayasa Desain	Perilaku desainer tingkat pemula	Perilaku desainer tingkat lanjut	Skor/ Peringkat
<ul style="list-style-type: none"> <li>Menganalisis hal-hal yang perlu dipertimbangkan seperti fungsi, keamanan, kelebihan dan kekurangan</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak mengembangkan gagasan dalam pembuatan desain atau terpaku pada gagasan yang sudah ada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat desain dengan gagasan bervariasi</li> </ul>	

**Lanjutan Tabel 3.2.** Tahapan Proses Rekayasa Desain & Indikator Keterampilan Rekayasa

Tahapan Proses Rekayasa Desain	Indikator Perilaku Rekayasa Desain	Perilaku desainer tingkat pemula	Perilaku desainer tingkat lanjut	Skor/ Peringkat
produk, serta analisis ekonomi produk. <ul style="list-style-type: none"> <li>Mendesain produk berdasarkan hasil analisis</li> </ul>	<b>Menggambarkan gagasan</b>	<b>Menggambarkan dan memodelkan gagasan secara dangkal:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengusulkan gagasan dangkal dan tidak mendukung inkuiri mendalam.</li> <li>Gagasan yang diusulkan tidak akan berhasil jika diimplementasikan.</li> </ul>	<b>Menggambarkan dan memodelkan gagasan secara mendalam:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan banyak penggambaran untuk mengeksplor dan menginvestigasi gagasan desain.</li> <li>Mengusulkan gagasan yang mendukung inkuiri mendalam.</li> </ul>	1–2–3–4
	<b>Mempertimbangkan pilihan dan membuat keputusan</b>	<b>Mengabaikan kekurangan dan kelebihan desain:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Memilih desain akhir tanpa berbagai pertimbangan</li> <li>Desain dipilih secara subjektif (keinginan sendiri)</li> </ul>	<b>Mempertimbangkan kekurangan dan kelebihan desain:</b> Memilih desain akhir dengan berbagai pertimbangan berupa kelebihan dan kekurangan desain.	1–2–3–4
<b>3. Buat :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menyiapkan alat dan bahan</li> <li>Menentukan prosedur.</li> <li>Membuat prototipe produk awal yang sesuai desain. Prototipe</li> </ul>	<b>Melakukan eksperimen</b>	<b>Counfounded tests and experiments:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan beberapa eksperimen atau tidak melakukan sama sekali eksperimen dalam membuat prototype</li> <li>Melakukan uji</li> </ul>	<b>Valid test and experiments:</b> Melakukan eksperimen yang valid untuk mempelajari bahan, variabel desain, dan cara kerja sistem.	1–2–3–4

**Lanjutan Tabel 3.2.** Tahapan Proses Rekayasa Desain & Indikator Keterampilan Rekayasa

Tahapan Proses Rekayasa Desain	Indikator Perilaku Rekayasa Desain	Perilaku desainer tingkat pemula	Perilaku desainer tingkat lanjut	Skor/ Peringkat
tidak sepenuhnya diuji dan mungkin tidak bekerja atau beroperasi sebagaimana yang diharapkan.		confounded dengan merubah beberapa variabel.		
<b>4. Uji :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dalam tahapan-tahapan yang dilakukan, mungkin saja ditemukan tahapan yang gagal dan harus kembali ke tahapan sebelumnya untuk mendapatkan solusi yang bekerja lebih baik.</li> <li>Menguji prototype dalam skala yang lebih luas untuk mengidentifikasi bagian yang harus dirancang ulang sehingga solusi bekerja lebih baik</li> </ul>	<b>Menemukan bagian yang bermasalah saat eksperimen (<i>Trouble-shoot</i>)</b>	<b>Menemukan bagian yang bermasalah secara tidak fokus:</b> Menguji prototype dan menemukan bagian yang bermasalah secara tidak fokus, dengan cara non-analitis.	<b>Melakukan diagnosis dalam menemukan bagian yang bermasalah :</b> Memusatkan perhatian pada ruang lingkup masalah saat menemukan bagian yang bermasalah dan mengusulkan cara memperbaikinya.	1-2-3-4
	<b>Merefleksikan proses</b>	<b>Berpikir tracist</b> <b>Tracist design thinking:</b> Tidak mampu merefleksikan proses yang sudah dilakukan.	<b>Berpikir reflektif</b> <b>Reflective design thinking:</b> Mampu merefleksikan proses yang sudah dilakukan.	1-2-3-4

Sumber : Diadopsi dari Matriks Pengajaran dan Pembelajaran Desain Tingkat Lanjut pada Jurnal Crismond dan Adams (2012)

Seperti yang tertera dalam tabel diatas, terdapat delapan indikator penilaian yang diobservasi untuk penelitian keterampilan rekayasa siswa. Dari setiap indikator yang dikemukakan Crismond dan Adams (2012) tersebut dibuat rubrik penilaian keterampilan rekayasa dengan penilaian skor atau peringkat dari I sampai IV. Peringkat atau skor tersebut akhirnya akan mengkategorisasi tingkat keterampilan rekayasa yang dimiliki siswa. Adapun masing-masing tingkatan keterampilan rekayasa tersebut ialah tingkat desainer pemula untuk peringkat I, tingkat desainer awal tumbuh untuk peringkat II, tingkat desainer berkembang untuk peringkat III dan tingkat desainer lanjut untuk peringkat teratas yaitu peringkat IV. Berikut kategorisasi tingkat keterampilan rekayasa siswa akan

ditunjukkan oleh tabel 3.2 dan rubrik keterampilan rekayasa siswa akan ditunjukkan pada tabel 3.3.

**Tabel 3.3.** Kategorisasi Keterampilan Rekayasa

<b>Peringkat</b>	<b>Kategori</b>
I	Desainer pemula ( <i>Beginning designer</i> )
II	Desainer awal tumbuh ( <i>Emerged designer</i> )
III	Desainer berkembang ( <i>Developing designer</i> )
IV	Desainer lanjut ( <i>Informed designer</i> )

**Tabel 3.3. Rubrik Keterampilan Rekayasa Siswa**

Kategori	Skala			
	Desainer pemula I	Desainer Awal Tumbuh II	Desainer Berkembang III	Desainer Lanjut IV
<b>Memahami masalah</b> Menyelesaikan masalah Vs. membuat kerangka masalah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak dapat mendefinisikan masalah dengan baik.</li> <li>• Terburu-buru dalam menyelesaikan masalah tanpa memahami permasalahan.</li> <li>• Tidak dapat membuat kerangka masalah.</li> <li>• Meyakini hanya ada satu solusi untuk menyelesaikan masalah tanpa pengkajian terlebih dahulu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedikit dapat mendefinisikan masalah dengan baik.</li> <li>• Menyelesaikan masalah dengan pemahaman sederhana.</li> <li>• Dapat membuat kerangka masalah secara sederhana.</li> <li>• Meyakini ada lebih dari satu solusi untuk menyelesaikan masalah tanpa pengkajian terlebih dahulu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hampir dapat mendefinisikan masalah dengan baik.</li> <li>• Menyelesaikan masalah dengan pemahaman yang cukup baik.</li> <li>• Mengeksplorasi masalah dan dapat membuat kerangka masalah dengan cukup baik.</li> <li>• Meyakini lebih dari satu solusi untuk menyelesaikan masalah melalui pengkajian terlebih dahulu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dapat mendefinisikan masalah dengan baik.</li> <li>• Menyelesaikan masalah dengan pemahaman yang baik.</li> <li>• Mengeksplorasi masalah dan membuat kerangka masalah dengan baik.</li> <li>• Meyakini lebih dari satu solusi untuk menyelesaikan masalah melalui pengkajian, diskusi, dan penyelidikan teknologi terlebih dahulu.</li> </ul>
<b>Membangun pengetahuan berdasarkan hasil kajian terhadap masalah</b> Tidak melakukan kajian terhadap masalah Vs. Melakukan kajian terhadap masalah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak melakukan kajian terhadap masalah untuk mencari solusi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mulai melakukan kajian sederhana terhadap masalah untuk mencari solusi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan kajian dengan baik terhadap masalah untuk mencari solusi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan kajian dengan baik terhadap masalah untuk mencari solusi dan mengumpulkan informasi mengenai efektivitas solusi tersebut.</li> </ul>
<b>Menggeneralisasikan gagasan</b> Idea scarcity Vs. Idea Fluency	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat desain hanya dengan satu gagasan.</li> <li>• Tidak mengembangkan gagasan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat desain dengan menggunakan dua gagasan.</li> <li>• Memiliki keinginan untuk mengembangkan gagasan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat desain dengan menggunakan tiga gagasan.</li> <li>• Mengembangkan gagasan secara sederhana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat desain dengan menggunakan lebih dari tiga gagasan.</li> <li>• Mengembangkan gagasan dengan baik.</li> </ul>
<b>Menggambarkan gagasan</b> Menggambarkan dan memodelkan gagasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengusulkan gagasan tanpa menggambarkan gagasan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengusulkan gagasan dengan menggambarkan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengusulkan gagasan dengan menggambarkan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengusulkan gagasan dengan menggambarkan gagasan (menggunakan</li> </ul>

**Lanjutan Tabel 3.3. Rubrik Keterampilan Rekayasa Siswa**

Kategori	Skala			
	Desainer pemula I	Desainer Awal Tumbuh II	Desainer Berkembang III	Desainer Lanjut IV
secara dangkal Vs. Menggambarkan dan memodelkan gagasan secara mendalam	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengusulkan gagasan yang dinilai tidak dapat bekerja jika dilaksanakan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gagasan (menggunakan kata-kata saja).</li> <li>Mengusulkan gagasan yang dinilai mungkin dapat bekerja jika dilaksanakan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gagasan (menggunakan kata-kata dan gambar).</li> <li>Mengusulkan gagasan yang dinilai dapat bekerja dengan cukup baik jika dilaksanakan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kata-kata, gambar, dan benda).</li> <li>Mengusulkan gagasan yang dinilai dapat bekerja dengan baik jika dilaksanakan</li> </ul>
<b>Mempertimbangkan pilihan dan membuat keputusan</b> Mengabaikan kekurangan dan kelebihan desain Vs. mempertimbangkan kekurangan dan kelebihan desain	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengabaikan kriteria pembuatan desain</li> <li>Tidak mengetahui sama sekali kendala yang mungkin dihadapi selama pembuatan desain</li> <li>Membuat keputusan untuk melakukan tahap selanjutnya tanpa mempertimbangkan kekurangan dan kelebihan desain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kurang baik dalam memenuhi kriteria pembuatan desain</li> <li>Menebak-nebak kendala yang mungkin dihadapi selama pembuatan desain.</li> <li>Membuat keputusan untuk melakukan tahap selanjutnya dengan hanya mempertimbangkan kelebihan/kekurangan desain (salah satunya)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cukup baik dalam memenuhi kriteria pembuatan desain</li> <li>Cukup memahami kendala yang mungkin dihadapi selama pembuatan desain</li> <li>Membuat keputusan untuk melakukan tahap selanjutnya dengan mempertimbangkan kekurangan dan kelebihan desain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sangat baik dalam memenuhi kriteria pembuatan desain</li> <li>Sangat memahami kendala yang mungkin dihadapi selama pembuatan desain</li> <li>Membuat keputusan untuk melakukan tahap selanjutnya dengan mempertimbangkan kekurangan dan kelebihan desain disertai dengan mempertimbangkan hal-hal yang berpotensi untuk mengatasi kekurangan desain.</li> </ul>



**Lanjutan Tabel 3.3. Rubrik Keterampilan Rekayasa Siswa**

Kategori	Skala			
	Desainer pemula I	Desainer Awal Tumbuh II	Desainer Berkembang III	Desainer Lanjut IV
<b>Melakukan eksperimen</b> Counfounded test and experiments Vs. valid test and experiments	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak menyiapkan alat dan bahan untuk membuat prototype/produk.</li> <li>• Tidak membuat prosedur pembuatan prototype/produk.</li> <li>• Membuat prototype/produk tidak sesuai dengan desain.</li> <li>• Tidak melakukan eksperimen untuk menguji apakah prototype/produk dapat bekerja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyiapkan alat dan bahan untuk membuat prototype/produk dengan kurang lengkap (kurang dari 50% alat dan bahan yang dibutuhkan)</li> <li>• Membuat prosedur pembuatan prototype/produk, namun prosedur tidak tepat.</li> <li>• Membuat prototype/produk yang kurang sesuai dengan desain.</li> <li>• Melakukan eksperimen untuk menguji apakah prototype/produk dapat bekerja, namun tidak dapat menilai efektivitas prototype /produk yang telah dibuat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyiapkan alat dan bahan untuk membuat prototype/produk dengan cukup lengkap (50% atau lebih, tapi tidak mencapai 100% dari alat dan bahan yang dibutuhkan)</li> <li>• Membuat prosedur pembuatan prototype/produk yang tepat namun tidak lengkap.</li> <li>• Membuat prototype/produk yang cukup sesuai dengan desain.</li> <li>• Melakukan eksperimen untuk menguji apakah prototype/produk dapat bekerja serta dapat menilai efektivitas prototype/produk yang telah dibuat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyiapkan alat dan bahan untuk membuat prototype/produk dengan lengkap (100% dari alat dan bahan yang dibutuhkan).</li> <li>• Membuat prosedur pembuatan prototype/produk yang tepat dan lengkap.</li> <li>• Membuat prototype/produk yang sangat sesuai dengan desain.</li> <li>• Melakukan eksperimen untuk menguji apakah prototype/produk dapat bekerja serta dapat menilai efektivitas prototype yang telah dibuat disertai pemahaman bagaimana mengoptimalkan prototype/produk tersebut.</li> </ul>

**Lanjutan Tabel 3.3. Rubrik Keterampilan Rekayasa Siswa**

Kategori	Skala			
	Desainer pemula I	Desainer Awal Tumbuh II	Desainer Berkembang III	Desainer Lanjut IV
<b>Troubleshoot (Menemukan bagian yang bermasalah dalam proses yang dilakukan)</b> Menemukan bagian yang bermasalah secara tidak fokus dan tidak analitis Vs. Menemukan bagian yang bermasalah dengan fokus dan analitis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak fokus dan tidak analitis dalam menemukan bagian yang bermasalah/bagian yang kurang pada prototype yang sudah dibuat.</li> <li>• Tidak memberikan penjelasan mengapa masalah tersebut dapat terjadi.</li> <li>• Tidak mengusulkan cara-cara untuk menyelesaikan masalah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurang fokus dan kurang analitis dalam menemukan bagian yang bermasalah/bagian yang kurang pada prototype yang sudah dibuat.</li> <li>• Memberikan penjelasan yang dangkal mengapa masalah tersebut dapat terjadi.</li> <li>• Mengusulkan cara-cara yang kurang efektif untuk menyelesaikan masalah.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cukup fokus dan cukup analitis dalam menemukan bagian yang bermasalah/bagian yang kurang pada prototype yang sudah dibuat.</li> <li>• Memberikan penjelasan yang cukup mendalam mengapa masalah tersebut dapat terjadi.</li> <li>• Mengusulkan cara-cara yang cukup efektif untuk menyelesaikan masalah.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fokus dan analitis dalam menemukan bagian yang bermasalah/bagian yang kurang pada prototype yang sudah dibuat.</li> <li>• Memberikan penjelasan yang mendalam mengapa masalah tersebut dapat terjadi.</li> <li>• Mengusulkan cara-cara yang efektif untuk menyelesaikan masalah.</li> </ul>
<b>Merefleksikan proses</b> Berpikir trazit Vs. berpikir reflektif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak mampu melakukan refleksi terhadap proses yang sudah dilakukan</li> <li>• Tidak mencatat pekerjaan yang sudah dilakukan</li> <li>• Tidak mampu menghubungkan pengetahuan yang dimiliki dengan prototype/produk yang telah dibuat</li> <li>• Tidak mereview proses yang telah dilakukan dan prototype/produk yang telah dibuat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurang mampu melakukan refleksi terhadap proses yang sudah dilakukan</li> <li>• Sedikit mencatat pekerjaan yang sudah dilakukan</li> <li>• Kurang mampu menghubungkan pengetahuan yang dimiliki dengan prototype/produk yang telah dibuat</li> <li>• Mereview proses yang telah dilakukan tanpa mereview produk, atau sebaliknya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cukup mampu melakukan refleksi terhadap proses yang sudah dilakukan</li> <li>• Cukup banyak mencatat pekerjaan yang sudah dilakukan</li> <li>• Cukup mampu menghubungkan pengetahuan yang dimiliki dengan prototype/produk yang telah dibuat</li> <li>• Mereview proses yang telah dilakukan dan prototype/produk dengan sederhana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mampu melakukan refleksi terhadap proses yang sudah dilakukan</li> <li>• Banyak mencatat pekerjaan yang sudah dilakukan</li> <li>• Mampu menghubungkan pengetahuan yang dimiliki dengan prototype/produk yang telah dibuat</li> <li>• Mereview proses yang telah dilakukan dan prototype/produk dengan lebih baik.</li> </ul>

**Lanjutan Tabel 3.3.** Rubrik Keterampilan Rekayasa Siswa

Kategori	Skala			
	Desainer pemula I	Desainer Awal Tumbuh II	Desainer Berkembang III	Desainer Lanjut IV

Sumber : Diadopsi dari Matriks Pengajaran dan Pembelajaran Desain Tingkat Lanjut pada Jurnal Crismond dan Adams (2012)

## 2. Test Penguasaan Konsep Siswa

Instrumen ini akan digunakan untuk mengukur kemampuan penguasaan konsep siswa pada materi pencemaran udara. Test akan diberikan dalam bentuk soal pilihan ganda yang sebelumnya telah didistribusikan dalam beberapa tingkatan kognitif menurut Taksonomi Bloom. Dari hasil test penguasaan konsep siswa ini akan dilihat peningkatannya dari saat sebelum diberikan pembelajaran hingga setelah diberikan pembelajaran. Maka dari itu, data test penguasaan konsep akan dilakukan sebanyak dua tahap yaitu tahap pertama melalui pretest dan tahap kedua melalui posttest. Setiap item soal yang akan diberikan dalam test ini dikembangkan melalui setiap indikator submateri yang berdasarkan pada kompetensi dasar dari kurikulum nasional.

Agar diperoleh instrumen yang baik, maka sebelum digunakan untuk mengukur kemampuan penguasaan konsep siswa, instrumen ini terlebih dahulu diuji coba dengan melalui empat tahap uji yaitu uji validitas butir soal, uji reliabilitas, uji tingkat kesukaran dan uji daya pembeda soal. Berikut ialah penjelasan dari setiap uji butir soal yang dilakukan:

### a. Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk menunjukkan tingkat keshahihan suatu alat ukur. Jika instrumen tes penguasaan konsep ini terbukti valid maka berarti alat ukur atau instrumen yang digunakan tepat dan dapat mengukur apa yang seharusnya diukur dan data yang dihasilkanpun dapat dipercaya. Dalam penelitian ini, instrumen penguasaan konsep divalidasi pada setiap item soalnya dengan bantuan *software* komputer SPSS 16.0 dengan menerapkan uji korelasi ( $\alpha=0.05$ ) dimana bila nilai  $\text{sig.} < 0.05$  maka item soal yang diuji dinyatakan valid.

### b. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk menguji tingkat ketetapan instrumen yang digunakan, dengan uji ini maka akan terlihat sejauh mana instrumen penguasaan konsep yang digunakan dapat memberikan gambaran yang benar-benar tetap/ajeg dan dapat dipercaya. Jika suatu alat ukur memiliki nilai reliabilitas tinggi maka pengukuran yang dilakukan secara berulang-ulang dengan alat ukur tersebut pada subjek yang sama dan dalam kondisi yang sama akan menghasilkan informasi yang sama atau tetap. Perhitungan koefisien reliabilitas instrumen diperoleh

dengan cara belah dua Guttman berdasarkan nomor setengah dari atas dan setengah dari bawah, sehingga diperoleh dua test yang kemudian dikorelasikan (Surapranata, 2005). Sedangkan untuk menghitung reliabilitas tes secara keseluruhan menggunakan uji korelasi *Spearman-Brown* yang dibantu dengan *software* komputer SPSS 16.0.

c. Uji Tingkat Kesukaran

Uji ini dilakukan untuk menunjukkan tingkat sukar atau mudahnya suatu butir soal yang digunakan dalam instrumen tes penguasaan konsep di penelitian ini. Soal akan digolongkan kedalam kategori sukar, sedang atau mudah. Besarnya nilai indeks kesukaran dihitung dengan menggunakan rumus menurut Arikunto (2006) dengan bantuan *software* komputer 16.0.

d. Uji Daya Pembeda

Daya pembeda soal dilakukan untuk menunjukan kemampuan soal dalam membedakan siswa yang berkemampuan tinggi dengan siswa yang berkemampuan rendah. Sebelum menghitung daya pembeda, siswa terlebih dahulu dikelompokkan menjadi kelompok atas dan kelompok bawah. Pengelompokan ini dilakukan dengan cara mengurutkan siswa dengan skor tertinggi sampai skor terendah dan kemudian diambil 27% untuk masing-masing kelompok. Nilai yang menunjukan besarnya daya pembeda disebut indeks diskriminasi (D). Nilai D ini ditentukan dengan menggunakan persamaan menurut Arikunto (2006).

Adapun berikut dibawah ini ialah hasil dari uji coba instrumen test penguasaan konsep yang telah dilakukan :

**Tabel 3.5.** Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen

No Soal	Validitas		Reliabilitas		Tingkat Kesukaran		Daya Pembeda		Keputusan
	Nilai	Ket	Nilai	Ket	Nilai	Ket	Nilai	Ket	
1	0,249	Tidak Valid	0.700	Tinggi	0,50	Sedang	0,257	Cukup	Dibuang
2	0,101	Tidak Valid			0,45	Sedang	0,359	Baik	Diperbaiki
3	0,941	Tidak Valid			0,23	Sukar	- 0,017	Jelek	Dibuang
4	0,009	Valid			0,32	Sedang	0,541	Baik	Dipakai
5	0,323	Tidak Valid			0,64	Sedang	0,221	Cukup	Dibuang
6	0,009	Valid			0,32	Sedang	0,541	Baik	Dipakai
7	0,293	Tidak			0,14	Sukar	0,235	Cukup	Diperbaiki

No Soal	Validitas		Reliabilitas		Tingkat Kesukaran		Daya Pembeda		Keputusan
	Nilai	Ket	Nilai	Ket	Nilai	Ket	Nilai	Ket	
		Valid							
8	0,002	Valid			0,36	Sedang	0,633	Baik	Dipakai
9	0,002	Valid			0,23	Sukar	0,627	Baik	Dipakai

**Lanjutan Tabel 3.5.** Rekapitulasi Hasil Uji Coba Instrumen

No Soal	Validitas		Reliabilitas		Tingkat Kesukaran		Daya Pembeda		Keputusan
	Nilai	Ket	Nilai	Ket	Nilai	Ket	Nilai	Ket	
10	0,001	Valid			0,32	Sedang	0,651	Baik	Dipakai
11	0,242	Tidak Valid			0,55	Sedang	0,260	Cukup	Dibuang
12	0,006	Valid			0,41	Sedang	0,570	Baik	Dipakai
13	0,340	Tidak Valid			0,71	Mudah	- 0,214	Cukup	Dibuang
14	0,001	Valid			0,32	Sedang	0,817	Baik Sekali	Dipakai
15	0,077	Tidak Valid			0,50	Sedang	- 0,385	Cukup	Diperbaiki
16	0,039	Valid			0,23	Sukar	0,443	Baik	Dipakai
17	0,006	Valid			0,32	Sedang	0,569	Baik	Dipakai
18	0,003	Valid			0,23	Sukar	0,596	Baik	Dipakai
19	0,017	Valid			0,73	Mudah	0,504	Baik	Dipakai
20	0,001	Valid			0,23	Sedang	0,657	Baik Sekali	Dipakai

Setelah dilakukannya uji coba maka item soal yang terpilih dan yang telah melalui revisi dirumuskan dalam kisi-kisi agar pendistribusian soal dapat lebih sesuai. Berikut ialah kisi-kisi yang digunakan untuk mengembangkan instrumen test penguasaan konsep dalam penelitian ini :

**Tabel 3.6.** Kisi-Kisi Tes Penguasaan Konsep

Kompetensi Dasar	Indikator	Nomor Item					Jumlah
		C1	C2	C3	C4	C5	
Menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan perubahan tersebut bagi kehidupan	1. Siswa dapat mengidentifikasi karakteristik dari lingkungan udara yang tercemar		1		2		<b>2</b> <b>(13%)</b>
	2. Siswa dapat menguraikan penyebab pencemaran udara	3	5		6		<b>3</b> <b>(20%)</b>
	3. Siswa dapat mengorganisir dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara		7,8		4,9	10	<b>5</b> <b>(34%)</b>
	4. Siswa dapat menganalisis beberapa cara penanggulangan yang sesuai untuk pencemaran udara			11	5	12	<b>3</b> <b>(20%)</b>

	5. Siswa dapat menguraikan prinsip dasar sederhana pada beberapa alat untuk penanggulangan pencemaran udara			13	14		<b>2 (13%)</b>
<b>Total</b>		<b>1 (7%)</b>	<b>4 (27%)</b>	<b>2 (13%)</b>	<b>6 (40%)</b>	<b>2 (13%)</b>	<b>15 (100%)</b>

### E. Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan melalui 3 tahapan prosedur, yaitu tahap pra-pelaksanaan, tahap pelaksanaan dan tahap pasca-pelaksanaan. Berikut dipaparkan penjelasan mengenai setiap tahapan-tahapan penelitian tersebut :

#### 1. Tahap Pra Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini terdiri dari:

- Setelah dilakukan perumusan masalah, kemudian dilakukan persiapan studi pendahuluan dan analisis dari beberapa literatur secara menyeluruh mengenai kebutuhan yang diperlukan untuk masalah pelaksanaan serta bahan-bahan rujukan yang berkaitan dengan pembelajaran STEM, keterampilan rekayasa, penguasaan konsep siswa, dan juga analisis kurikulum biologi yang digunakan kelas X di Sekolah Menengah Atas.
- Ditentukan subjek penelitian dan materi pelajaran yang akan digunakan dalam penelitian ini.
- Proposal penelitian disusun berdasarkan studi pendahuluan dan mengacu pada rumusan masalah yang telah dibuat.
- Proposal yang telah dibuat kemudian melalui tahapan seminar proposal untuk menguji kelayakan penelitian.
- Proposal penelitian kemudian direvisi sesuai dengan saran dan masukan pada saat seminar proposal.
- Instrumen penelitian yang berupa soal test pilihan ganda dan rubrik keterampilan rekayasa siswa dibuat untuk alat pengambilan data penelitian.
- Instrumen penelitian melalui tahapan uji coba untuk menguji kelayakan instrumen yang dibuat, untuk instrumen test pilihan ganda soal melalui tahapan uji validitas, realibilitas, tingkat kesukaran dan uji daya pembeda.

- h. Instrumen yang telah melalui uji coba direvisi untuk memperoleh instrumen penelitian final yang akan digunakan pada penelitian.
- i. Salah satu sekolah menengah atas di Bandung dipilih sebagai populasi penelitian
- j. Kelas yang siswanya akan dijadikan sebagai sampel penelitian dipilih secara *purposive sampling* karena berdasarkan pada pertimbangan guru dan izin dari sekolah yang berwenang.

## 2. Tahap Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan ini terdiri dari:

- a. Dilakukan pretest pada kedua kelas sampel yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen untuk mengetahui tingkat awal penguasaan konsep siswa mengenai materi pencemaran udara.
- b. Setelah dilakukan pretest pada semua partisipan, maka selanjutnya dilakukan pembelajaran untuk materi pencemaran udara pada kedua kelas sample. Untuk kelas eksperimen dilakukan perlakuan berupa pemberian pembelajaran yang berbasis STEM dengan mengarahkan siswa untuk melakukan *engineering design process* dalam penugasan membuat alat penjernih udara. Sedangkan pada kelas Non-STEM dilakukan pembelajaran seperti biasanya, hanya saja diberi tugas untuk membuat produk alat yang sama dengan kelas STEM. Pembelajaran yang dilakukan pada kedua kelas ialah terkait konsep materi pencemaran udara dari mulai penyebab, dampak hingga cara penanggulangannya, kemudian siswa dijelaskan pula terkait beberapa permasalahan lingkungan atau polusi udara yang terjadi disekitarnya dan juga diminta untuk mengatasi permasalahan polusi udara tersebut dengan membuat alat penyaring atau pendaur ulang limbah udara. Setelah siswa dikenalkan dengan masalah tersebut, kemudian siswa diberi LKS dan ditugaskan untuk merancang dan membuat alat tersebut. Pada proses penugasan ini siswa pada kelas eksperimen melakukannya dengan proses rekayasa desain (*engineering design process*) yang terdiri dari proses pikir, desain, buat dan uji yang telah dijelaskan sebelumnya pada Tabel 3.2. tentang Tahapan Proses Rekayasa Desain & Indikator Keterampilan Rekayasa yang diadopsi dari



Matrix Pengajaran dan Pembelajaran Desain Tingkat Lanjut. Sedangkan pada kelas kontrol proses pembuatan alat dibebaskan dan hanya dipandu oleh LKS seperti pada umumnya. Berikut adalah Tabel 3.10. yang menjelaskan secara rinci perbedaan kegiatan pembelajaran yang dilakukan di kelas STEM dengan pembelajaran di kelas Non-STEM.

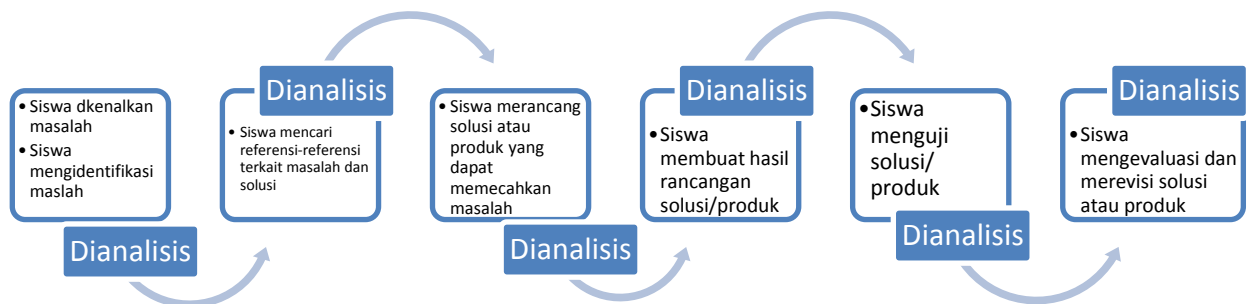
**Tabel 3.7.** Perbedaan Kegiatan Pembelajaran berbasis STEM dengan Pembelajaran Non-STEM

Langkah Kegiatan	Kelas STEM	Kelas NonSTEM
Penyampaian Materi Pencemaran Udara	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa diberi lembar isian serta pertanyaan pengarah dan diminta menyimak video/ gambar perilaku pencemaran udara, lalu siswa diberikan masalah terkait video perilaku pencemaran yang ditayangkan.</li> <li>2. Siswa mengidentifikasi video dan gambar tersebut untuk menemukan jenis pencemaran, penyebab, dampak, dan cara penanggulangan dari pencemaran yang ditampilkan.</li> <li>3. Siswa diminta untuk mengutarakan hasil pekerjaannya dan mengaitkannya pada konsep tentang macam-macam pencemaran udara, tentang penyebab, dampak dan penanggulangan dari pencemaran udara dan siswa menyimak penguatan dari guru (<b>aspek sains</b>).</li> <li>4. Siswa diminta untuk menjodohkan setiap alat yang ditampilkan guru dengan jenis pencemaran yang dapat ditangani dengan alat tersebut. Dan juga siswa diminta untuk memaparkan bagaimana prinsip kerja dari alat atau kegiatan tersebut sehingga dapat menanggulangi pencemaran (<b>aspek teknologi</b>).</li> <li>5. Setelah itu siswa ditanyakan tentang bagaimana kuantitas yang harus diciptakan dalam penggunaan alat tersebut dan siswa diberi penguatan kembali oleh guru bahwa alat atau kegiatan penanggulangan tersebut harus juga memiliki porsi kuantitas yang tepat agar penanggulangan pencemaran dapat berlangsung optimal (<b>aspek matematika</b>)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa diminta menyimak video terkait video perilaku pencemaran dan diberi masalah terkait video yang ditayangkan.</li> <li>2. Siswa mengidentifikasi video dan gambar tersebut untuk menemukan jenis pencemaran, penyebab, dampak, dan cara penanggulangan dari pencemaran yang ditampilkan.</li> <li>3. Siswa mengutarakan pendapatnya untuk menjawab masalah dengan mengaitkannya pada konsep macam-macam pencemaran,</li> <li>4. Siswa menyimak penjelasan guru secara rinci tentang penjelasan macam-macam pencemaran, limbah-limbah penyebab pencemaran udara, dampak yang ditimbulkannya hingga cara penanggulangannya.</li> </ol>

**Lanjutan Tabel 3.7.** Perbedaan Kegiatan Pembelajaran berbasis STEM  
dengan Pembelajaran Non-STEM

Langkah Kegiatan	Kelas STEM	Kelas NonSTEM
Pembuatan Tugas Proyek (Membuat alat penjernih udara)	<p><b>Siswa melakukan aktivitas <i>Engineering Design Process</i> yang terdiri dari tahap Pikir, Desain, Buat, Uji (PDBU).</b></p> <p>a. Tahap pikir: Siswa akan mendefinisikan masalah, mengidentifikasi kriteria-kriteria yang harus dipenuhi untuk merakit produk yang baik, mengumpulkan data atau informasi dari berbagai sumber, mengajukan ide yang dapat memecahkan masalah (menyaring udara).</p> <p>b. Tahap Desain: Siswa akan membuat paling sedikit 2 desain dan menganalisis setiap desain yang dibuat berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan.</p> <p>c. Tahap Buat: Siswa menentukan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat produk, menentukan prosedur pembuatan produk dan mulai merakit produk sesuai dengan desain yang telah dibuat.</p> <p>d. Tahap uji: Siswa menguji kualitas produk yang telah dibuat berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan. Pada tahap uji ini, peserta didik mengidentifikasi kekurangan dan kelebihan produk yang dirakit, kemudian peserta didik dapat kembali melakukan proses pikir-desain-buat-uji sampai produk yang dibuat menjadi lebih baik dan memenuhi kriteria. Setelah tahap uji, siswa memaparkan hasil evaluasi dan hasil refleksi dari hasil produknya didepan kelas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa diberi Lembar Kerja Proyek, dikenalkan masalah dan ditugaskan untuk membuat alat penyaring udara.</li> <li>2. Siswa diberi arahan untuk melakukan aktivitas mendesain dan merakit alat penjernih udara yang kreatif dan inovatif untuk memecahkan permasalahan yang dijelaskan.</li> <li>3. Siswa dalam kelompok bekerjasama dalam melakukan kegiatan mendesain dan merakit alat penyaring udara sederhana.</li> <li>4. Setiap kelompok berdiskusi untuk mencari jawaban yang terdapat dalam lembar tugas proyek siswa dengan membandingkan konsep yang telah didapatkannya saat membuat alat penyaring udara.</li> <li>5. Setelah alat yang dibuat selesai maka produk alat dikumpulkan.</li> </ol>

Selama proses kegiatan pembelajaran khususnya pada saat kegiatan pembuatan tugas proyek dilakukan pula penilaian secara observasional untuk mengetahui bagaimana perkembangan keterampilan rekayasa biologi siswa pada setiap tahapnya. Penilaian keterampilan rekayasa ini dipandu melalui rubrik yang diadopsi dari matriks pengajaran dan pembelajaran desain tingkat lanjut oleh Crismond dan Adams (2012). Adapun dibawah ini skema dari proses observasi penelitian keterampilan rekayasa yang dilakukan.

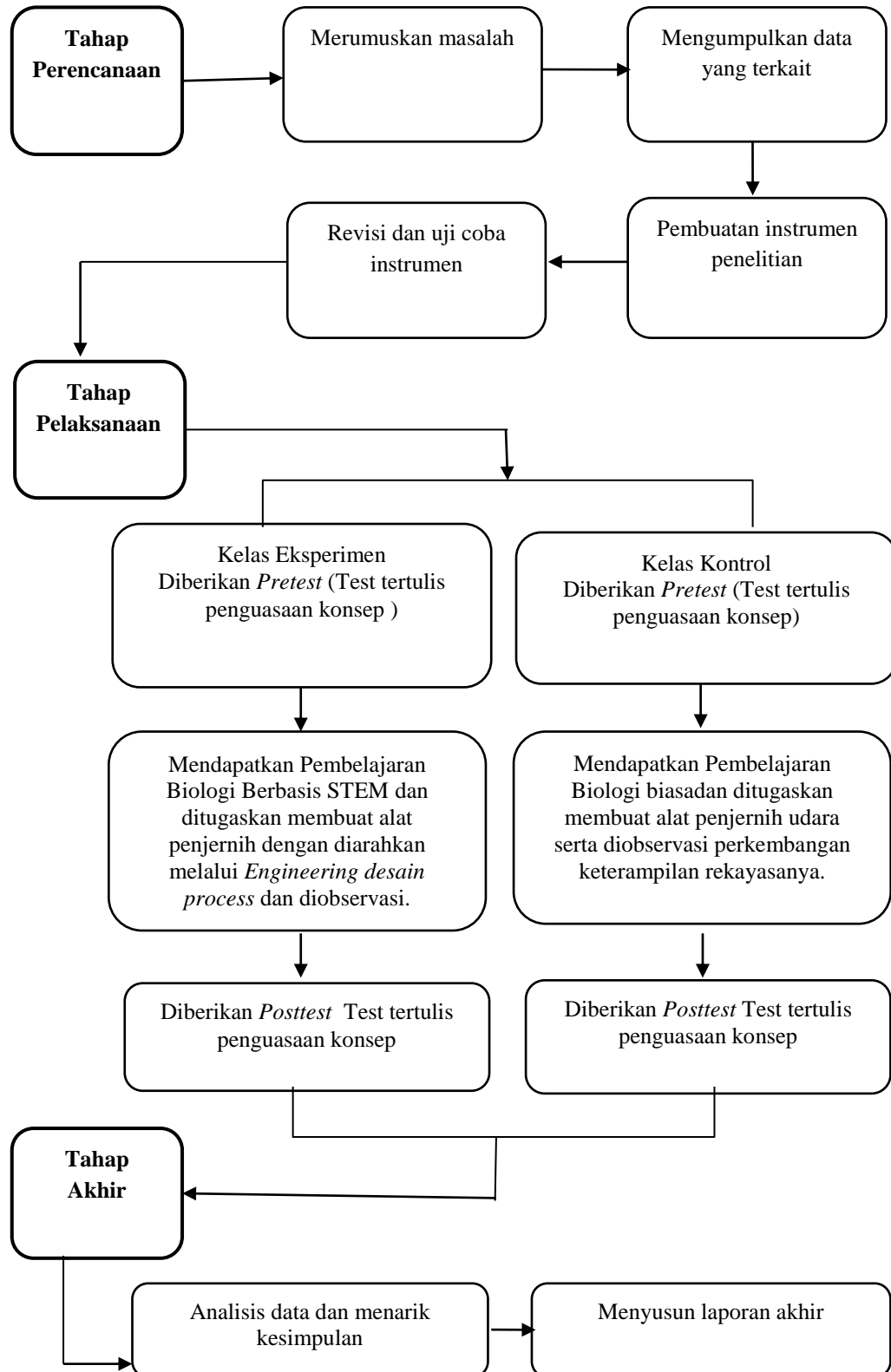


**Gambar 3.1.** Proses Observasi Penelitian Keterampilan Rekayasa

- c. Setelah diberikan pembelajaran dan perlakuan yang berbeda, selanjutnya dilakukan posttest pada semua partisipan baik dikelas kontrol ataupun kelas eksperimen untuk materi pencemaran udara. Posttest ini berupa pengisian test tertulis yang memiliki tipe yang sama seperti pada pretest.
3. Tahap Pasca Pelaksanaan
  - a. Setelah seluruh data yang diperlukan berhasil dikumpulkan, maka selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisis data sehingga data yang di dapatkan dapat menjawab seluruh pertanyaan penelitian yang dirumuskan .
  - b. Dibuat penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh
  - c. Laporan penelitian dibuat dalam bentuk skripsi dan dipresentasikan dalam sidang.
  - d. Laporan hasil penelitian/skripsi direvisi.

Adapun berikut tahapan-tahapan penelitian secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 3.1. di bawah ini.

**Gambar 3.2.** Tahapan Prosedur Penelitian



## F. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

. Setelah dilakukan pengumpulan data, maka selanjutnya data yang diperoleh dikuantitatifkan kemudian diolah dan dianalisis dengan beberapa cara, diantaranya:

### 1. Pengolahan dan Analisis Data Keterampilan Rekayasa Siswa

Data penilaian keterampilan rekayasa yang diambil dari setiap kelompok siswa di kelas STEM ataupun Non-STEM dikuantitatifkan melalui rubrik penilaian keterampilan rekayasa. Data nilai yang memiliki skala dari 1-4 tersebut kemudian dirata-ratakan untuk setiap indikator yang diamati. Nilai rata-rata yang didapatkan kemudian ditabulasi, dianalisis, dikategorikan dan kemudian dibahas secara deskriptif dengan membandingkan hasil dari kedua kelas.

### 2. Pengolahan dan Analisis Data Penguasaan Konsep Siswa

Setelah hasil data kuantitatif dari pretest dan posttest dikumpulkan melalui test penguasaan konsep, selanjutnya data diolah untuk didapatkan nilai skor dan nilai N-Gain dari kedua test. Setelah didapatkan nilai skor dan N-Gain dari nilai pretest dan posttest maka seluruh data dirata-ratakan dan hasil dibandingkan melalui uji beda rata-rata statistika agar terlihat signifikansi perbedaan dari kedua kelas yang diamati. Setelah melakukan pengujian statistika maka data dianalisis secara deskriptif berdasarkan inferensi hasil uji statistika yang telah dilakukan. Adapun berikut adalah langkah-langkah dalam pengolahan data test penguasaan konsep yang dilakukan:

#### a. Menghitung Skor Hasil Pretest dan Posttest

Seluruh hasil pretest dan posttest penguasaan konsep siswa baik di kelas STEM ataupun kelas Non-STEM diperiksa dan diberikan skor dengan menggunakan metode *right only* dimana jawaban benar diberi skor satu dan jawaban salah atau soal yang tidak dijawab diberi skor nol. Skor tiap siswa kemudian ditentukan dengan menghitung jumlah seluruh jawaban yang benar dibagi dengan total jumlah soal (15 soal) dan dikali 100. Adapun bila di rumuskan dalam persamaan matematika, maka digunakan persamaan:

$$\text{Skor Nilai Siswa} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar siswa}}{\text{Total Soal}} \times 100$$

b. Menghitung nilai Gain

Untuk melihat dan mengidentifikasi perkembangan penguasaan konsep siswa, maka dicari skor N-gain pada setiap kelompok kelas dan kemudian dibandingkan. Perhitungan untuk mencari skor N-gain tersebut dilakukan dengan menggunakan formula yang dikembangkan oleh Hake (1999) berikut

$$N - gain = \frac{\text{Skor tes akhir} - \text{Skor tes awal}}{\text{Skor maksimal} - \text{skor tes awal}}$$

Selain ditinjau dan dianalisis nilai perbandingan rata-rata N-Gain dari kedua test, data pretest penguasaan konsep siswa dianalisis terlebih dahulu dengan menggunakan uji beda rata-rata statistika untuk mengetahui apakah kelompok kelas STEM dan kelas Non-STEM memiliki kondisi awal yang sama. Hasil analisis pretest tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua kelas yang diamati, sehingga dapat dikatakan bahwa sebelum dilakukannya pembelajaran kelas STEM dan kelas Non-STEM memiliki kondisi awal yang sama.

c. Uji Statistika

Uji statistika dilakukan untuk menguji hipotesis terkait apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada penguasaan konsep siswa di kelas yang pembelajaran STEM dengan kelas Non-STEM. Uji ini dilakukan dengan menghitung dan membandingkan nilai N-gain penguasaan konsep pada setiap kelompok kelas siswa melalui uji beda rata-rata dependen t (*dependent t-test*). Uji tersebut dilakukan karena pada penelitian ini data yang dianalisis berasal dari dua kelompok kelas yang mendapatkan perlakuan berbeda (kelas dengan pembelajaran STEM dan kelas Non-STEM). Adapun berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian ini.

1) Uji Normalitas

Uji normalitas harus dilakukan sebagai uji prasyarat sebelum dilakukannya uji hipotesis atau uji perbandingan rata-rata. Uji normalitas ini akan dilakukan melalui uji Saphiro-Wilk dengan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  dan dibantu oleh perangkat lunak komputer SPSS 16. Uji normalitas ini dilakukan untuk menguji distribusi penyebaran data pada kelas STEM dan non-STEM. Apabila hasil uji normalitas nilai sig.  $> \alpha$  maka  $H_1$  diterima atau  $H_0$  ditolak, dengan kata lain bahwa data tersebut berdistribusi normal. Jika hasil uji normalitas menunjukkan kedua

data tersebut berdistribusi normal, maka selanjutnya akan dilakukan uji homogenitas. Sedangkan apabila kedua data atau salah satunya tidak berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji non-parametrik (Sudjana, 2005). Kriteria pengujiannya yaitu data berdistribusi normal jika P value (Sig) < 0,05 sementara data tidak berdistribusi normal jika P value (Sig) > 0,05. Hasil dari uji Normalitas ini akan dilampirkan pada lampiran C.3.

## 2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui bagaimana varians data, yaitu data tersebut homogen atau tidak (Sudjana, 2005). Pengujian homogenitas pada penelitian ini menggunakan uji Levene dengan dibantu aplikasi SPSS 16.0 dengan taraf signifikansi  $\alpha=0.05$ . Apabila hasil uji homogenitas nilai sig. >  $\alpha$  maka  $H_1$  diterima atau  $H_0$  ditolak, dengan kata lain bahwa data tersebut homogen. Kriteria pengujiannya yaitu data homogen jika P value (Sig) > 0,05 sementara data tidak homogen jika P value (Sig) < 0,05.

## 3) Uji *Independent sample t-test*

Uji ini digunakan untuk menguji hipotesis perbedaan dua rata-rata dari dua kelompok yang berbeda yaitu kelas dengan pembelajaran STEM dan kelas dengan pembelajaran Non-STEM (Sudjana, 2005). Uji *Independent sample t-test* memiliki syarat yang perlu dipenuhi yaitu data harus berdistribusi normal, kedua kelompok data independen dan variabel yang dihubungkan berbentuk numerik dan kategori (dengan hanya dua kelompok). Jika nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 ( $p < 0,05$ ) maka nilai-t hitung signifikan, yang berarti skor kedua kelompok berbeda secara signifikan. Sebaliknya, jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ( $p > 0,05$ ) maka nilai-t hitung tidak signifikan, artinya tidak ada perbedaan skor yang signifikan pada kedua kelompok.